

# 《材料表征及测试技术》实验教学创新模式探讨

——基于武汉科技大学材料化学专业

方伟\*, 赵雷, 姜婷婷, 何漩, 杜星, 陈辉

武汉科技大学材料与冶金学院, 湖北 武汉

收稿日期: 2022年4月21日; 录用日期: 2022年6月2日; 发布日期: 2022年6月9日

## 摘要

围绕武汉科技大学材料化学专业《材料表征及测试技术》课程实验教学中存在的痛点问题, 提出了“导师负责制”贯通式教学理念, 并对课程教学创新模式进行了探讨, 从课上课下思政融入、“理论-实践-应用”多维一体实验教学、贯通式技能训练以及多课程考核评价等方面提出了可行的创新举措。

## 关键词

《材料表征及测试技术》课程, 实验教学, 痛点问题, “导师负责制”贯通式教学理念, 教学创新模式

# Discussion on Innovation Mode of Experimental Teaching for “Material Characterization and Testing Technology” Course

—Based on the Material Chemistry Major in Wuhan University of Science and Technology

Wei Fang\*, Lei Zhao, Tingting Jiang, Xuan He, Xing Du, Hui Chen

School of Materials and Metallurgy, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan Hubei

Received: Apr. 21<sup>st</sup>, 2022; accepted: Jun. 2<sup>nd</sup>, 2022; published: Jun. 9<sup>th</sup>, 2022

\*通讯作者。

文章引用: 方伟, 赵雷, 姜婷婷, 何漩, 杜星, 陈辉. 《材料表征及测试技术》实验教学创新模式探讨[J]. 创新教育研究, 2022, 10(6): 1218-1225. DOI: 10.12677/ces.2022.106196

## Abstract

Focus on the pain problems in experimental teaching of Material Characterization and Testing Technology course for Material Chemistry major in Wuhan University of Science and Technology, a continuous teaching concept based on “tutor system” was proposed in this paper. The teaching innovation mode was also discussed by implementing some innovative measures including continuously integrated political teaching, “theory-practice-application” multidimensional integrated experimental teaching, continual experimental skill training and multi-course evaluation process.

## Keywords

“Material Characterization and Testing Technology” Course, Experimental Teaching, Pain Problems, Continuous Teaching Concept Based on “Tutor System”, Teaching Innovation Mode

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

在国家“2030年实现碳达峰”和“2060年实现碳中和”双碳总体建设目标驱使下，新能源技术相关专业的建设已成为国家着重发展的战略性专业之一[1] [2] [3]。武汉科技大学材料化学专业建设之初衷即是围绕能源转换和存储方向培养能从事新能源材料与器件设计、开发、改性和生产的应用型人才，而如何实现人才培养从理论到实际应用再到国家相关产业的发展创新一直是专业建设过程所关注的问题。《材料表征及测试技术》也正是在“理论-实践-应用-创新”这一专业总体培养思路下设置的特色实验课程，课程承上启下、融汇创新，上承《材料科学基础》、《材料化学》、《材料物理导论》等理论课程，下接《生产实习》、《毕业设计(论文)》等综合性实践课程，是与《材料合成与制备实验》并行的“双子星”实验课程，主要开设“紫外-可见吸收光谱分析”、“荧光光谱分析”、“红外光谱分析”、“电化学分析”、“接触角测试”等实验项目。经过多年的发展，课程教学虽取得了一定成果，但也存在诸多方面教学短板需要不断完善和革新。

## 2. 课程教学痛点问题分析

所谓材料，无处不在，无处不有，大到卫星上天、潜艇下水，小到穿衣住行、颗粒米饭，无一不透露着材料的信息。但谈到材料，学生却普遍存在“知其然而不知其所以然”的认知状态。这反映的是材料专业基础知识与应用认知相脱节的问题，而材料学科教学的多方面痛点问题也基本来自这种理论与实践的脱节。

对《材料表征及测试技术》实验课程进行具体分析，课程的聚焦点主要在于材料分析和反馈，是承接材料科学基础知识和应用创新的关键环节，也是提升材料学生专业素养的核心课程[4] [5]。但其也延续了材料专业领域课程教学过程中普遍存在的各环节知识点衔接不到位、实用性不足的问题，具体体现为三方面痛点问题(如图1所示)：课程认知痛点、教学设计痛点以及课堂教学痛点。

### 2.1. 课程认知痛点

材料类专业目前人才培养体量与行业人才保有度不匹配，面临的一个比较突出的矛盾是材料专业毕

业生数量逐步增多、但相关行业仍然存在技术性人才大量缺乏的问题。从实质上分析，就是材料专业人才培养与毕业生就业存在脱节，学生在学习过程中将专业知识学习与就业方向分割开来，很多人存在“我学材料但不一定做材料”的想法，学生只是模块化地学习基础知识，但对专业以及相关课程的认知程度、理解深度以及认同感不足。《材料表征及测试技术》课程作为材料化学专业的核心实验课程，教学活动通常以实验演练为主、理论教学为辅，存在过程单一、知识点生硬等问题，不能有效提高学生对课程重要性以及实用性的认识，导致很多学生认为该课程是一种“跟着看看实验演练，照着抄抄实验报告”的课程，因此需要有机融入思政元素，以提高学生课程认知度及专业认可度。

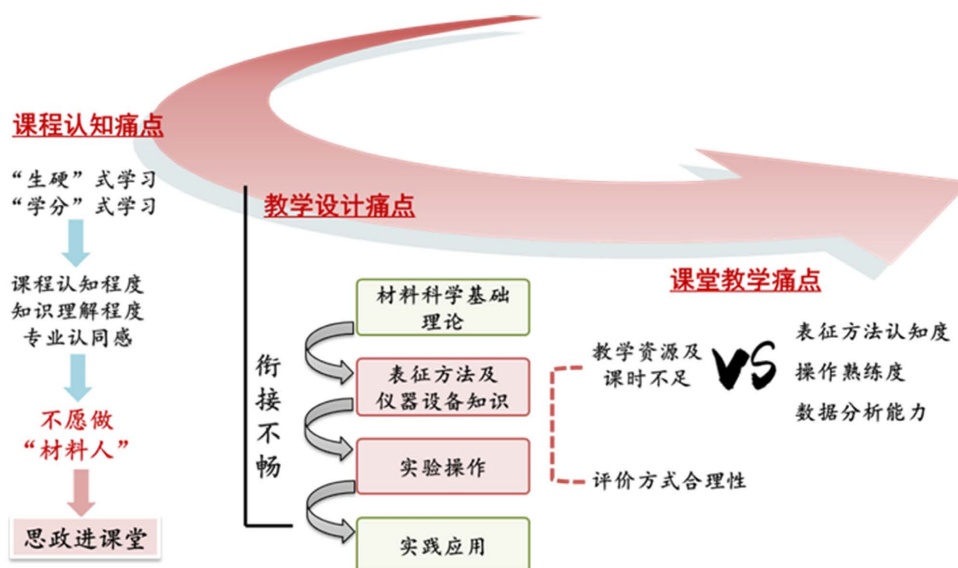


Figure 1. Analysis of pain problems for Material Characterization and Testing Technology course  
图 1. 《材料表征及测试技术》课程痛点问题分析

## 2.2. 教学设计痛点

长期以来，《材料表征及测试技术》课程主要是围绕表征方法及设备进行实践演练，但课程的相关教学内容与环节始终存在“理论 - 实验 - 应用”之间知识衔接不到位的问题，包括表征方法及仪器设备知识与材料基础理论衔接不到位、实验操作与表征原理性知识衔接不到位、实际应用的材料表征分析与实验操作及表征原理衔接不到位，进而课程逐渐趋向为一门独立的设备认知类课程，无法达到对材料学教学承上启下的定位与目标。

## 2.3. 课堂教学痛点

课堂教学痛点体现在学生实验课学习过程中表现出来的两大突出问题：其一是教学资源 and 教学课时与学生掌握度的矛盾问题，对于新能源技术相关的表征测试实验而言，由于实验资源投入成本较高，相关测试方法的分析创新也需要一定的积累和总结，现有的教学课时难以满足大体量学生的掌握度要求，因此学生在表征方法认知水平、操作熟练程度以及数据分析能力方面均存在缺口。其二在于课程考核评价方式与教学反馈改进之间的矛盾，目前《材料表征及测试技术》课程的考核主要是针对单一实验项目进行过程性和总结性评价，难以真实有效地反映学生对相关表征技术的理解程度和灵活应用能力，不能针对性地反馈和改进教学内容、教学方法。这两方面课堂教学痛点的存在也会一定程度上影响学生学习效果，进而影响课程的认知程度、理解深度和认同感。

### 3. 课程教学理念与创新举措

#### 3.1. 教学理念

上述痛点问题一直是困扰材料类专业实验教学突出的问题。但随着思政进课堂、引导式教学和自主式教学模式的不断推进,给《材料表征及测试技术》课程的教学也带来了新的思路,而贯穿于整个专业教学过程的“贯通式”学习正是解决这一单独实验类课程痛点问题的关键。课程认知的提升是需要反复敲击的过程,需在课上课下不断融入思政元素,通过贯通式思政教学让学生明白课程的重要性和实用性;

“理论-实验-应用”教学知识点衔接性的提升也是需要课上课下教学与实际应用相结合,才能达到举一反三、贯通学习的效果;而学生操作熟练程度、数据分析能力的提升以及考核评价方式的优化则更需要课下不断的训练和多课程协调评价。基于此,提出“导师负责制”贯通式学习教学理念,将课上实验教学持续延伸至课下理论和实践训练,打破“课堂学、课堂结”的传统教学模式,通过课上教学和课下导师引导的形式加深学生的理解和掌握度。

#### 3.2. 教学创新举措

##### 3.2.1. 思政教育融入方式创新

针对课程认知性痛点问题,建立思政教育与专业实践教学持续性融入的课上课下全方位教学体系(如图2所示),强调以“守初心、担使命”精神为根本指导,将家国情怀、科学精神、创新精神、协作能力等思政元素融入到知识实践的核心“环节”,实现课程思政建设的“全阶段”、“全过程”、“全效用”机制。

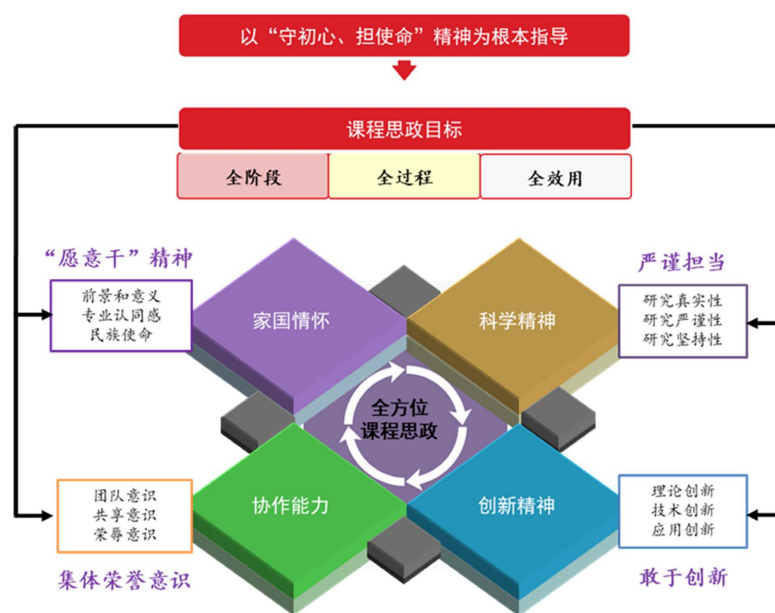


Figure 2. Continuously comprehensive political teaching system

图2. 课上课下全方位思政教学体系

“家国情怀”：聚焦的是“中华民族复兴”的永恒使命，“民族振兴、技术先行”，在课程开展过程中，通过介绍我国在材料类表征及测试技术的理论发展和实际应用的最新进展，培养学生必须从扎实理论基础和实践创新方面不断推进、诚心扎根于国家相关行业的建设与发展的信念，具体包括价值观塑造、就业信念塑造和就业信心塑造；

“科学精神”：秉承的是对真理的追寻和实事求是的态度，在课程教学过程中，通过课上展示、课下延续方式培养学生学习、研究、生产的科学态度，包括研究的真实性、严谨性和对国家事业的坚持；

“创新精神”：讲究的是求真革新的理念，在课程开展过程中，通过课上引导、课下组织调研讨论的方式对我国相关领域科学理论和应用中存在的“卡脖子”问题进行深入分析，引导学生自主学习科学思考的方法和研究突破的手段，增加课程认同感。具体包括理论创新、技术创新和应用创新；

“协作能力”：强调的是“国家利益高于一切”的责任，一人不成众，独木不成林。在国家民族振兴和技术革命的道路上，所有材料人都是一个团队一个整体，在课程开展过程中，通过小课题攻关的形式培养学生的团队合作能力，具体包括团队意识、共享意识和荣辱意识。

### 3.2.2. 多维一体课堂教学模式创新

针对教学设计痛点，建设课上课下“理论 - 实践 - 应用”多维一体实验教学模式，打破纯课堂实验教学壁垒，主要分课上和课下两个模块，如图 3 所示。

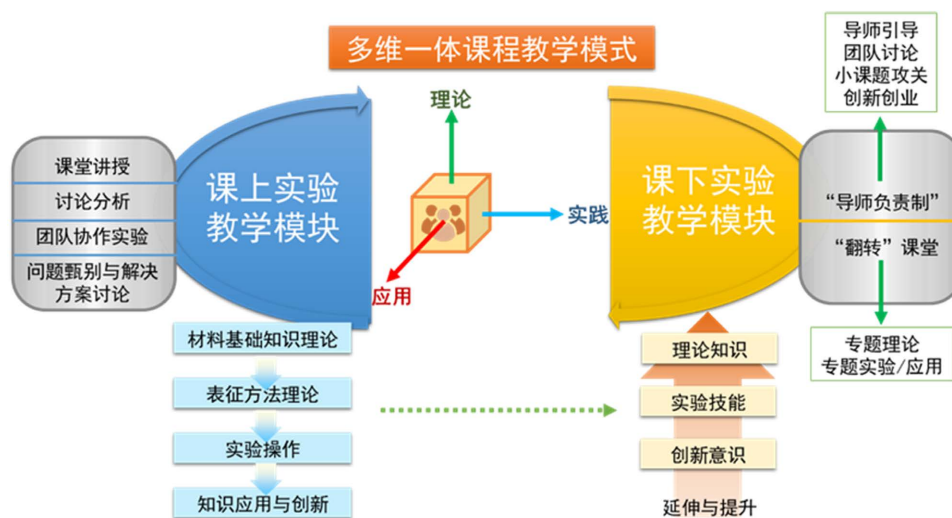


Figure 3. “Theory-practice-application” multidimensional integrated experimental teaching system  
图 3. 课上课下“理论 - 实践 - 应用”多维一体实验教学模式

#### 1) 课上多维一体实验教学模块

该部分重点在于材料基础知识理论与表征方法理论的衔接、表征方法理论与实验操作的衔接、实验操作与应用知识的衔接。区别于传统“满堂灌”的以教师为主要的教学方式，采用课堂讲授、讨论分析、团队协作实验、问题甄别与解决方案讨论的以学生为主导、教师为引导的全新教学方式。

在课堂讲授过程中，除了阐明具体表征方法和设备的原理性知识外，还需着重分析所学习的表征方法与材料基础理论知识点的衔接性；同时，也要兼顾表征方法原理与实验操作和数据分析技能的衔接性。例如，在进行紫外 - 可见吸收光谱测试实验教学时，将紫外可见测试方法原理与光对物质的作用过程等知识点进行串联；并在测试原理和分析结果讲解时，针对性的讲解其与设备操作的衔接性，引导学生采用正确的方法得出科学的数据。

通过学生自主式学习开展讨论分析，进一步加深对表征方法原理和材料基础理论的认识，更深层次的理解两者的相关性，通过讨论、举一反三，拓宽知识体系。例如在荧光光谱测试教学过程中，针对性引导学生讨论分析荧光发光、紫外吸收和光半导体能带结构理论的相关性，拓宽学生对光 - 电转换过程相关知识内容，在学生的讨论中提高他们对该领域知识内容的掌握程度。

团队协作实验既是对团队意识的培养，也是集思广益的过程。在此过程中，着重引导团队各成员采用不同的测试参数去分析材料的性能，不仅可以通过团队的力量帮助个人获得更多的信息反馈，也可以通过不同的数据进一步反映材料的特性，还可以帮助学生勘误操作方法，从实践层面加深对理论知识和技能性知识的理解。例如在界面接触角测试过程中，会引导团队之间采用不同亲疏性的样品进行测试，进而分析不同的界面特性可能应用的领域。

问题甄别与解决方案讨论则致力于应用能力和创新能力的培养，引导学生通过材料性能测试数据分析材料在实际应用中可能存在的问题，将课程教学与应用挂钩；同时也引导学生依据所学的理论知识和讨论可行的解决方案，体现创新意识。例如在电极材料电化学测试学习过程中，引导学生分析不同电流密度下充放电性能，直面电池在应用时存在的大电流充放电问题，并思考、讨论可行的优化方案。

## 2) 课下多维一体实验教学模块

该部分教学内容是对课上知识点的不断延伸和深化，主要采用“导师负责制”贯通式教学模式和“翻转”课堂模式。

“导师负责制”贯通式教学的目的是为了突破课堂局限性，使“理论-实践-应用”一体化知识点的学习不再受限于课堂教学效果和掌握情况，在课下依然可以通过导师引导、团队讨论、小课题攻关、创新创业等方式不断的进行理论、实践、应用知识的学习和巩固，进一步提升知识掌握度和专业认同感。

“翻转”课堂是为了提升学生的自主学习能力，并提高主人翁意识。具体形式是在导师团队内部建立小规模翻转课堂教学模式，以专题理论、专题实验技术或专题应用方式引导学生进行自主式学习，并以成果报告的形式向团队成员共享所学到的知识，既可以拓宽知识视野，也可以提升学习自信心。

### 3.2.3. 技能训练方式创新

针对课堂教学痛点中存在的表征方法认知度、操作熟练度以及数据分析能力不足的问题，建立课上课下持续性技能训练方式，整个训练过程以开放式教学为主(图4)，将课堂教学不断延伸至所有专业研究式学习课程中。所谓开放即包含三个方面，实验室开放、相关的实验设备开放以及教师讨论渠道开放。学生在课堂学习后任何时间都可以申请使用相关设备进行特定材料的结构与性能分析，而且测试和分析过程均以学生为主体，老师只给与相关的建议和引导。通过这种持续性的训练有效解决了实验操作熟练度和数据分析能力不足的问题，使专业毕业生在研究生学习和生产开发过程中都具有突出的实践上手能力。

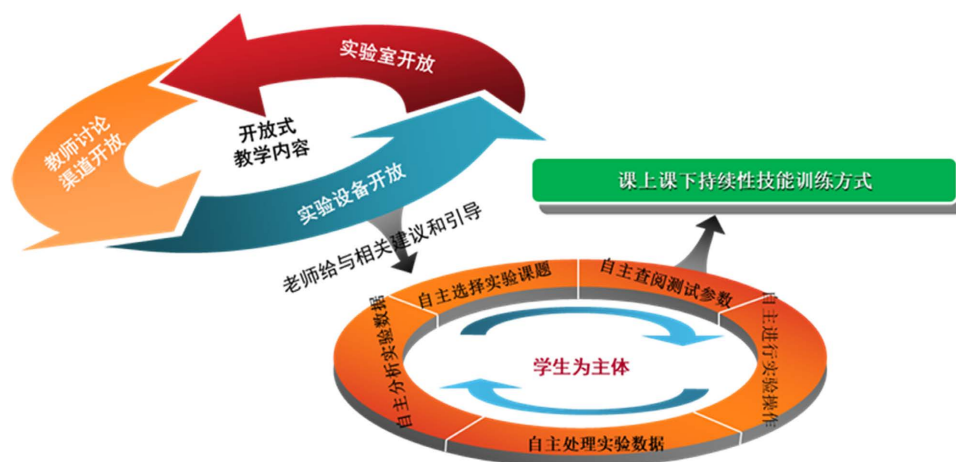


Figure 4. Continual training strategy for experimental skills

图4. 课上课下持续性技能训练教学方式

### 3.2.4. 课程考核评价方式创新

为应对课堂教学痛点中存在的单一实验项目考核评价过于片面、教学反馈不够真实的问题,拟建立细化分级评价、多课程相协调结合的评价机制(图 5)。在课程内,实行多师课堂实时评价、专题报告创新评价、导师责任实践评价、小组协作学生互评的分级评价,分别针对学生的课堂表现及操作技能、理论认识及创新思维、解决问题及动手能力、团队协作及沟通交流进行有针对性的过程、结果相结合评价。此外,将对表征方法和相关设备的认知延续至《材料综合设计训练研讨》、《毕业设计(论文)》等综合性课程中,通过多课程相协调评价反馈和改进课堂教学内容和教学方法,具体包括基础理论综合性评价、实验动手能力综合性评价、数据分析能力综合性评价以及解决问题能力综合性评价。

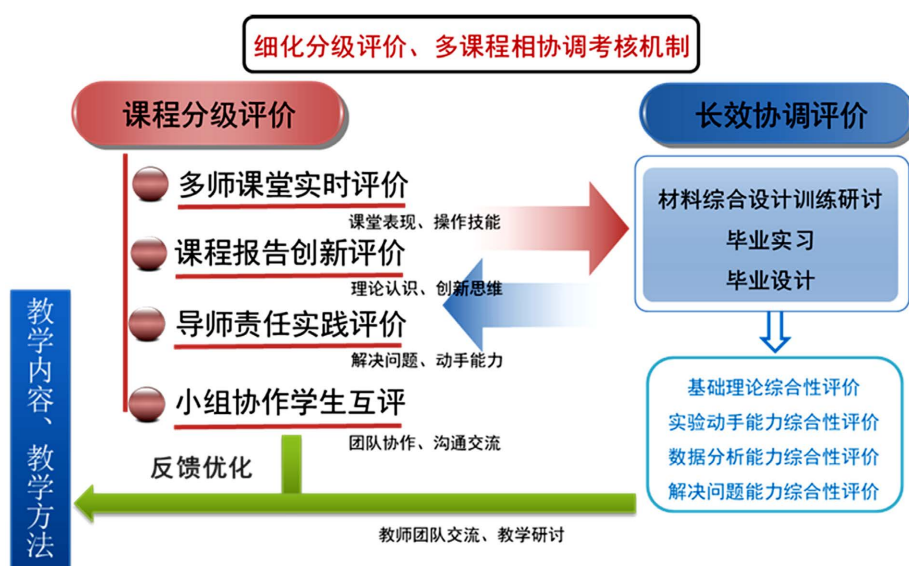


Figure 5. Course evaluation system  
图 5. 课程考核评价方式

## 4. 结语

《材料表征及测试技术》是武汉科技大学材料化学专业实验教学的重要内容,主要培养学生进行材料生产与研发的基本能力,需要进行更灵活、更深入、更实用化的教学。目前课程教学存在三方面比较突出的问题:课程目标与学生认识和需求脱节的问题,体现课程认知痛点;“理论-实验-应用”知识衔接不到位的问题,体现教学设计痛点;表征方法认知度和操作熟练度不足、以及课程评价体系不够真实有效的问题,体现课堂教学痛点。基于此,提出“导师负责制”贯通式教学理念,通过采取课上课下全方位思政融入、课上课下“理论-实践-应用”多维一体实验教学、贯通式持续技能训练和分级、多课程相协调考核评价等创新举措,打破传统“课堂学、课堂结”的教学壁垒,以提升学生对理论与实践知识的活学活用能力,为类似课程的建设提供可参考的教学模式。

## 基金项目

2021 年湖北省高等学校实验室研究项目“新能源器件虚拟仿真实验教学平台建设与评价”(HBSY2021-48); 2021 年度武汉科技大学教学项目“基于‘新工程教育转型’的多维度材料类本科人才培养模式研究与实践”(2021X009); 2019 年度武汉科技大学教学项目“材料化学本科专业课程维度设计”(2019X025)。

---

## 参考文献

- [1] 王海洋, 荣健. 碳达峰, 碳中和目标下中国核能发展路径分析[J]. 中国电力, 2021, 54(6): 86-94.
- [2] 非言. “新能源材料与器件”成未来高校新能源专业设置热点[J]. 太阳能, 2012(14): 33.
- [3] 柏朝晖, 米晓云, 张希艳. 新能源材料与器件专业建设的探索[J]. 大学教育, 2013(11): 52-53.
- [4] 陈文哲. 材料测试与表征技术的挑战和展望[J]. 理化检验: 物理分册, 2007, 43(5): 245-249.
- [5] 孙蓉, 孙海亚. “材料表征与测试”课程思政建设的探索[J]. 广东化工, 2022, 49(1): 212-214.